

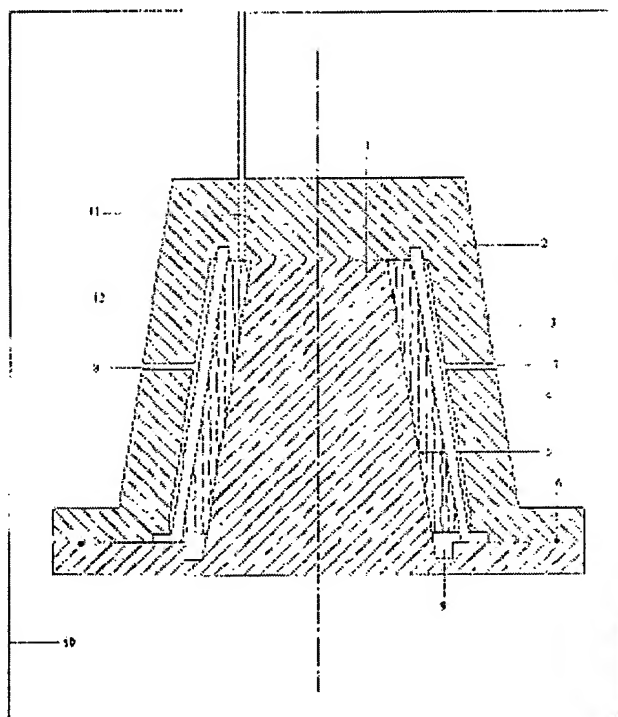
Resin transfer molding procedure, for highly reinforced component of composition material used in building or aircraft, uses mould with movable membrane

Patent number: FR2828130
Publication date: 2003-02-07
Inventor: CAUCHOIS JEAN PIERRE; FONMARTIN ROBERT;
ROSATI ANNE; SAVIGNAT GUILLAUME
Applicant: POLE DE PLASTURGIE DE L EST (FR)
Classification:
- **international:** B29C70/48
- **european:** B29C70/44A; B29C70/54E4
Application number: FR20010010473 20010806
Priority number(s): FR20010010473 20010806

Report a data error here

Abstract of **FR2828130**

A resin transfer molding procedure comprises: (1) placing the reinforcing elements (4) in an RTM mould comprising a die (1) and a matrix (2); (2) injecting resin into the reinforcing elements; (3) increasing the pressure on the reinforcing elements by means of a supple and movable membrane (3) between the die and matrix; (4) releasing the pressure; and (5) evacuating surplus resin through a vent (11). A resin transfer molding procedure, using fibre reinforcing elements impregnated with resin by Resin Transfer Molding (RTM), comprises: (1) placing the reinforcing elements (4) in an RTM mould comprising a die (1) and a matrix (2), (2) injecting resin into the reinforcing elements, (3) increasing the pressure on the reinforcing elements by means of a supple and movable membrane (3) between the die and matrix, (4) releasing the pressure, (5) evacuating surplus resin through a vent (11). The resin is then polymerized and the component is removed from the mould. The membrane is shaped to suit the component being made, and the pressure applied to it forces the resin through the fibres of the reinforcing elements and creates a minimum distance between fibres. An Independent claim is also included for a mould for use in the resin transfer molding process.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 828 130

②1 N° d'enregistrement national :

01 10473

⑤1 Int Cl⁷ : B 29 C 70/48

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 06.08.01.

③0 Priorité :

⑦1 Demandeur(s) : POLE DE PLASTURGIE DE L EST
Association loi de 1901 — FR.

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 07.02.03 Bulletin 03/06.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑦2 Inventeur(s) : CAUCHOIS JEAN PIERRE, FON-
MARTIN ROBERT, ROSATI ANNE et SAVIGNAT
GUILLAUME.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) :

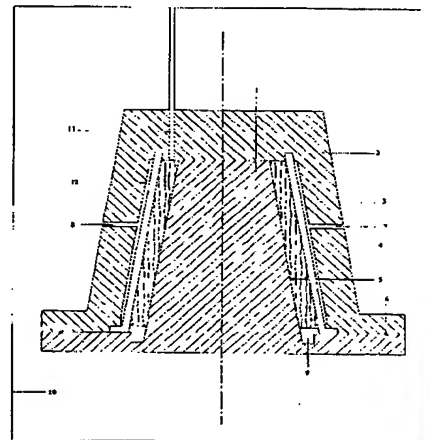
⑤4 METHODE DE FABRICATION D'UNE PIECE EN MATERIAUX COMPOSITES A HAUT TAUX DE RENFORT
OBTENUE PAR LE PROCEDE RTM ET OUTILLAGE POUR SA MISE EN OEUVRE.

⑤7 L'invention concerne une méthode de fabrication et un
moule d'une pièce en matériaux composites à haut taux de
renfort obtenue par le procédé R. T. M..

Le moule RTM, placé dans l'autoclave (10), est compo-
sé d'un poinçon (1) et d'une matrice (2), comprend des fi-
bres (4) préalablement placées dans l'entrefer (5) du moule.
La membrane souple et mobile (3) peut subir une pression
par l'intermédiaire de l'autoclave (10) communiquant par les
conduits (7) et (8) ou par le flux de résine imprégnant les
renforts (4). L'entrefer (5) est alors soit réduit, soit augmen-
té.

L'injection s'effectue par les points d'injection (9), et la
résine s'écoule à travers les renforts (4) entre le poinçon (1)
et la membrane (3). Lorsque l'entrefer (5) est réduit, le com-
pactage des renforts (4) permet l'évacuation de la résine en
excès par l'évent (11). L'étanchéité du moule est réalisée
par des joints (6).

La méthode, selon l'invention, de fabrication d'une pièce
en matériaux composites à haut taux de renfort en RTM, est
particulièrement destinée aux pièces de structures et aux
pièces utilisées dans les domaines de l'aéronautique, de
l'automobile.



FR 2 828 130 - A1



L'invention concerne une méthode de fabrication d'une pièce en matériaux composites à haut taux de renfort obtenue par le procédé R.T.M.(Resin Transfer Molding) et outillage pour sa mise en œuvre.

5 Le procédé R.T.M consiste à injecter de la résine dans un moule fermé dans lequel ont été préalablement placées des fibres de renforcement telles que des fibres de verre, de carbone ou d'aramide. Le taux de renfort peut traditionnellement aller de 0 à 30% en volume total.

Un taux de renfort élevé permet d'atteindre des propriétés mécanique également élevées, notamment au niveau de la contrainte maximale à la rupture et du module élastique. Pour une pièce de même résistance mécanique, la pièce à haut taux de renfort sera plus légère.

10 L'écoulement de la résine à travers un renfort placé dans un moule est caractérisé par sa perméabilité K.

$$K = \frac{Q \cdot \eta \cdot \Delta l}{A \cdot \Delta P}$$

15

K=	perméabilité (m ²)
Q=	Débit (m ³ .s ⁻¹)
η=	Viscosité (Pa.s)
Δl=	Longueur d'écoulement (m)
A=	Section (m ²)
ΔP=	Perte de charge (Pa)

20 La loi de Darcy simplifiée, présentée précédemment, met en relation la perméabilité avec la perte charge (correspondant à l'élévation de pression dans l'outillage), la viscosité de la résine, la section de la zone d'écoulement, la longueur d'écoulement et le débit.

25 Les résultats de cette loi permettent de déterminer, en fonction du cahier des charges, le choix de la technologie et le type de moule à utiliser. Pour obtenir actuellement un taux volumique de renfort maximal (30%), il est nécessaire d'utiliser un moule métallique permettant de maintenir l'entrefer constant et de résister ainsi aux fortes pressions.

30 Plus on augmente le taux de renfort, pour une géométrie égale, plus la perméabilité du renfort diminue puisqu'on réduit la surface totale des micropores situées entre les fibres. D'après la loi de Darcy simplifiée, à géométrie équivalente, plus la perméabilité diminue plus la perte de charge dans l'outillage est importante.

La technologie actuelle du RTM est limitée par cette augmentation de pression. En effet, ce procédé impose un entrefer constant dans un moule qui possède des limites de résistance mécanique à la pression. Selon la loi de Darcy simplifiée, si la pression est limitée, la longueur de l'écoulement devra être réduite. On ne peut donc pas, avec la technologie actuelle du RTM, augmenter le taux de renfort sans réduire la longueur d'écoulement.

De plus, pour chaque renfort et chaque configuration, il existe une pression maximale à laquelle le renfort peut être soumis sans déformation. Au-delà de cette limite de déformabilité, le renfort est déplacé.

Toutes les tentatives pour réaliser une pièce à haut taux de renfort en RTM, avec des longueurs d'injection classiques, n'ont pu aboutir dans de bonnes conditions, compte tenu notamment des problèmes posés par l'augmentation de la pression dans l'outillage.

Le problème à la base de l'invention est de mettre en place une méthode et un moule pour la fabrication de pièces en matériaux composites à haut taux de renfort dans le procédé RTM, permettant de surmonter les inconvénients précités.

L'invention propose à cet effet une méthode pour la fabrication de pièce en matériaux composites à haut taux de renfort en RTM, qui comprend les opérations suivantes ;

(a) Mise en place des renforts à l'intérieur du moule RTM, constitué d'un poinçon et d'une matrice;

(b) Injection de résine à travers les renforts, et agrandissement de l'entrefer;

(c) Réduction de l'entrefer;

(d) Evacuation de la résine en utilisant au moins un évent;

(e) Polymérisation de la résine;

(f) Démoulage de la pièce;

L'agrandissement et la réduction de l'entrefer sont réalisés par une membrane mobile placée dans l'espace défini par le poinçon et la matrice.

Ainsi, malgré le haut taux de renfort, la perméabilité du renfort est élevée puisque les fibres, situées dans un entrefer surdimensionné, ne sont pas trop compressées. La résine peut donc
5 s'écouler facilement à travers le renfort sans induire une pression trop élevée.

Dans une forme de réalisation préférée de l'invention, le moule pourra être équipé d'évents pouvant tirer le vide dans l'entrefer, permettant ainsi de faciliter d'autant plus l'écoulement de la résine à travers les renforts.

D'autres technologies permettent d'obtenir de hauts taux de renfort sur la base des matériaux
10 composites précités, en particulier la technologie des tissus pré-imprégnés

Les principaux avantages de l'invention, en comparaison avec les procédés utilisant des tissus préimprégnés, sont les suivants:

- Intégration de fonctions, telle que l'ajout d'inserts ;
- Utilisation de renforts en trois dimensions ;
- 15 - Gestion fine des renforcements locaux ;
- Diminution du coût des outillages et des matières premières, d'où une baisse du prix des pièces.

Les principaux avantages de l'invention, en comparaison avec le procédé RTM classique, sont les suivants:

- 20 - Augmentation du taux de renfort dans la pièce d'où une amélioration des caractéristiques mécaniques ;
- Diminution du temps de cycle apporté par une perméabilité plus importante au moment de l'injection;

- Suppression des risques de détérioration des renforts à la fermeture du moule ;

Ainsi la pièce est injectée entre un moule fixe et une membrane de forme adaptée et mobile grâce à un système extérieur de pression et dépression.

- 5 Par l'expression « membrane, de forme adaptée et mobile », on entend désigner une membrane qui présente initialement une forme géométrique choisie adaptée à celle de l'extérieur de la pièce et qui peut être, dans un premier temps, écartée des fibres pour permettre une perméabilité plus grande lors de l'injection et dans un second temps compressée sur les fibres composant la pièce pour évacuer l'excès de résine vers l'extérieur et obtenir ainsi un haut taux de renfort.

- 10 Selon la pièce à réaliser, la membrane pourra être placée de telle manière à pouvoir compresser les fibres de renforcement sur le poinçon ou la matrice.

Une telle membrane se distingue donc fondamentalement d'un contre-moule rigide d'un outillage métallique ou composite qui ne peut pas, contrairement à elle, permettre une augmentation de l'entrefer tout en gardant une étanchéité et qui ne détériore pas les renforts à la fermeture.

- 15 La membrane réalisée en silicone ou tout autre matériau souple ne présentant pas d'adhérence avec la résine pourra être réutilisée autant de fois que nécessaire.

Avantageusement le contre-moule accueillant la membrane, est composé de une ou plusieurs ouvertures faisant communiquer l'extérieur avec la membrane. Cette particularité permettra d'appliquer une pression sur la membrane.

- 20 A l'opération (c), la compression de la membrane s'effectue par injection d'air. La pression ainsi produite, permet le compactage des renforts.

- 25 Dans une forme de réalisation préférée de l'invention, le moule pourra être placé dans un autoclave permettant de mettre le moule, au moment voulu, dans un environnement à pression et température choisies. Le moule une fois placée dans un environnement en pression, la membrane sera compressée sur les renforts afin de les compacter. L'utilisation d'un autoclave induit d'équiper le moule d'au moins un évent permettant de faire le vide dans l'entrefer et de récupérer la résine en excès.

Dans la description qui suit, faite seulement à titre d'exemple, on se réfère aux dessins annexés, sur lesquels:

- La figure 1 est une vue en coupe d'un moule RTM une fois habillé, selon l'invention et placé dans un autoclave;
- 5 - La figure 2 est une vue partielle en coupe du moule RTM, placé dans un autoclave, en cours d'injection d'une pièce en matériaux composites à haut taux de renfort dans un entrefer surdimensionné à l'aide d'une membrane mobile et du moule ;
- La figure 3 est une vue partielle en coupe d'un moule RTM, placé dans un autoclave, dans la phase de compactage, après injection d'une pièce en matériaux composites à haut taux de renfort dans un entrefer réduit à l'aide d'une membrane mobile.
- 10 - La figure 4 est une vue partielle en coupe d'un moule RTM, mettant en valeur un exemple de fixation de la membrane.

Le moule RTM représenté figure 1, placé dans l'autoclave (10), est composé d'un poinçon (1) et d'une matrice (2), comprend des fibres (4) préalablement placées dans l'entrefer (5) du moule. La membrane souple et mobile (3) peut subir une pression par l'intermédiaire de l'autoclave (10) communiquant par les conduits (7) et (8) ou par le flux de résine imprégnant les renforts (4). L'entrefer (5) est alors soit réduit, soit augmenté.

L'injection s'effectue par les points d'injection (9), et la résine s'écoule à travers les renforts (4) entre le poinçon (1) et la membrane (3). Lorsque l'entrefer (5) est réduit, le compactage des renforts (4) permet l'évacuation de la résine en excès par l'évent (11). L'étanchéité du moule est réalisée par des joints (6).

On décrira maintenant la réalisation du procédé de fabrication d'une pièce en matériaux composites à haut taux de renfort en RTM aux figures 2 et 3.

Dans l'exemple de réalisation de la figure 2, on forme une pièce par injection de résine (14) dans un moule dans lequel ont été placées préalablement des fibres de renforcement (4). Pour éviter les problèmes d'injection liés à une perméabilité trop faible, l'entrefer (5) doit être maximum. Pour cela la résine (14) imprégnant les renforts (4) exerce sur la membrane (3) une pression

permettant a l'ensemble résine/renforts d'utiliser tout l'espace possible de l'entrefer (5). La résine imprègne les renforts depuis le point d'injection (9) et évolue selon le sens d'écoulement (13). L'écoulement est d'autant plus facile que le vide est fait dans l'entrefer (5) depuis l'évent (11).

5 Une fois que les fibres (4) ont été entièrement imprégnées de résine (14), on exerce, à l'aide de l'autoclave (10), une pression dans l'espace (12) et donc sur la membrane (3) afin de la déplacer pour qu'elle puisse réduire l'entrefer (5) et compresser les fibres imprégnées (15) sur le poinçon (1) et évacuer l'excès de résine vers l'évent (11).

10 Après que la résine soit polymérisée à température donnée. On démoule ensuite la pièce en séparant la matrice (2) et le poinçon (1) une fois la pression dans l'espace (12) remis à la pression atmosphérique.

15 Dans l'exemple de réalisation de la figure 4, à titre non limitatif, la membrane (3) est placée dans la matrice (2). L'étanchéité du moule est réalisée par le joint (6). L'évent (7) permet de tirer le vide dans l'entrefer afin de faciliter l'écoulement de la résine dans les renforts (4) et de récupérer la résine en excès. La butée (5) permet de coordonner parfaitement l'ensemble poinçon (1) et matrice (2).

La méthode, selon l'invention, de fabrication d'une pièce en matériaux composites à haut taux de renfort en RTM, est particulièrement destinée aux pièces de structures et aux pièces utilisées dans les domaines de l'aéronautique, de l'automobile.

REVENDICATIONS

1. Méthode de fabrication d'une pièce en matériaux composites à haut taux de renfort obtenue par le procédé RTM, caractérisée en ce qu'elle comprend les opérations suivantes:

5 (a) Mise en place des renforts dans le moule RTM, constitué d'un poinçon (1) et d'une matrice (2);

(b) Injection de résine (14) à travers les renforts (4), et agrandissement de l'entrefer (5);

(c) Réduction de l'entrefer (5);

(d) Evacuation de la résine en utilisant au moins un événement (11);

(e) Polymérisation de la résine (15);

10 (f) Démoulage de la pièce

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les opérations (a), (b) et (c) s'effectuent par déplacement d'une membrane mobile (3) dans l'espace défini par le poinçon (1) et la matrice (2).

15 3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'opération (b) s'effectue en utilisant au moins un événement (11) pour tirer le vide dans l'entrefer (5) et faciliter l'écoulement de résine (14) à travers les renforts (4).

4. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'opération (c) s'effectue par création d'une pression sur la membrane (3) pour qu'elle soit comprimée sur les renforts (4) et que l'espace contenant les fibres de renforcement (4) soit minimum.

20 5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que la pression subie par la membrane (3) soit créée par l'autoclave (10).

6. Moule pour la mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, comprenant une matrice (2), un poinçon (1), au moins un événement (11), caractérisé en ce que l'espace entre la matrice (2) et le poinçon (1) contient une membrane mobile (3).

25 7. Moule selon la revendication 6, caractérisé en ce que la membrane mobile (3) est de géométrie adaptée à celle de la pièce à injecter.

8. Moule selon les revendications 6 et 7, caractérisé en ce que la membrane (3) est réalisée en silicone, élastomère ou tout autre matériau souple sur lequel n'adhère pas la résine (14).

1/4

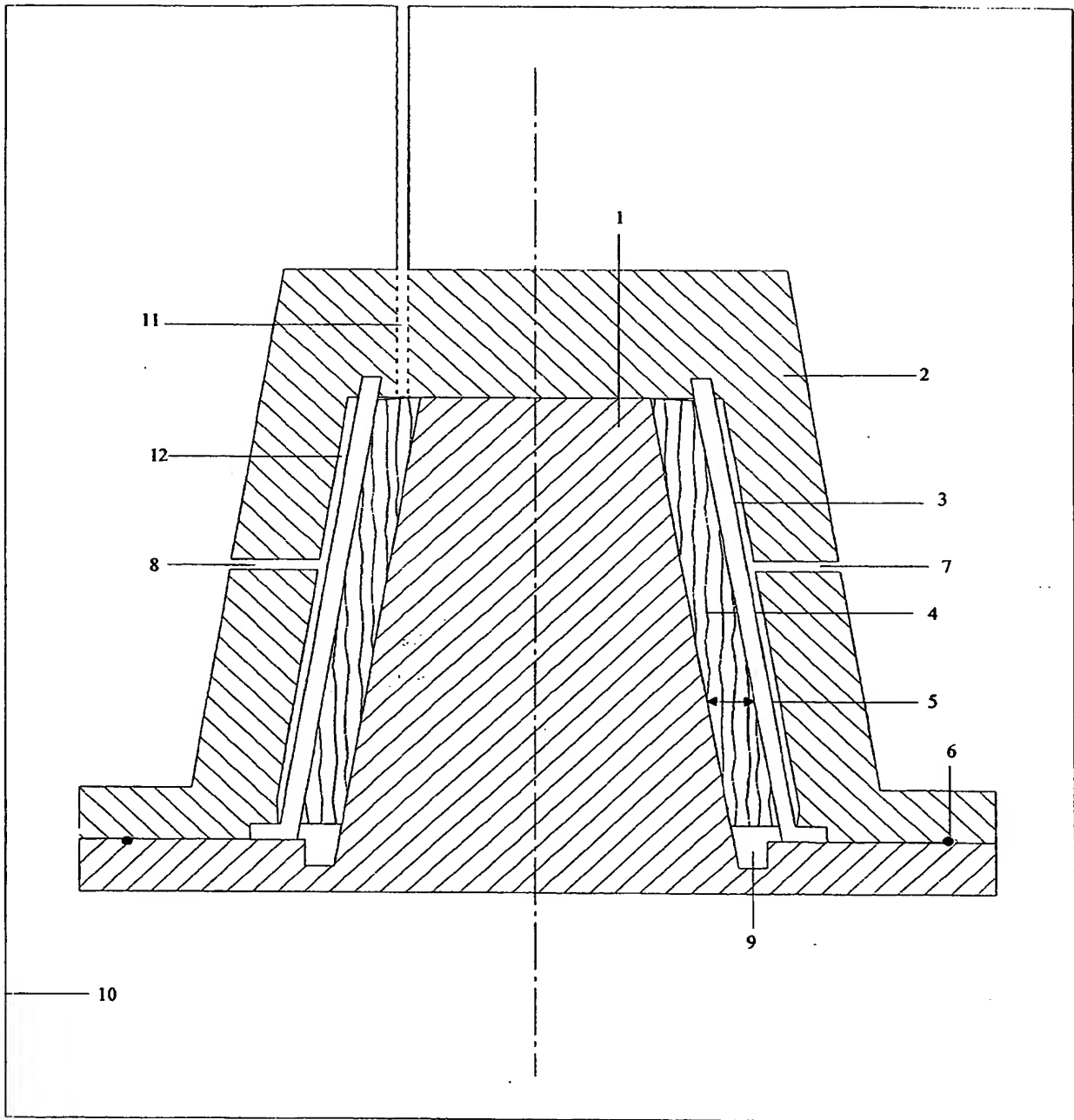


FIG.1

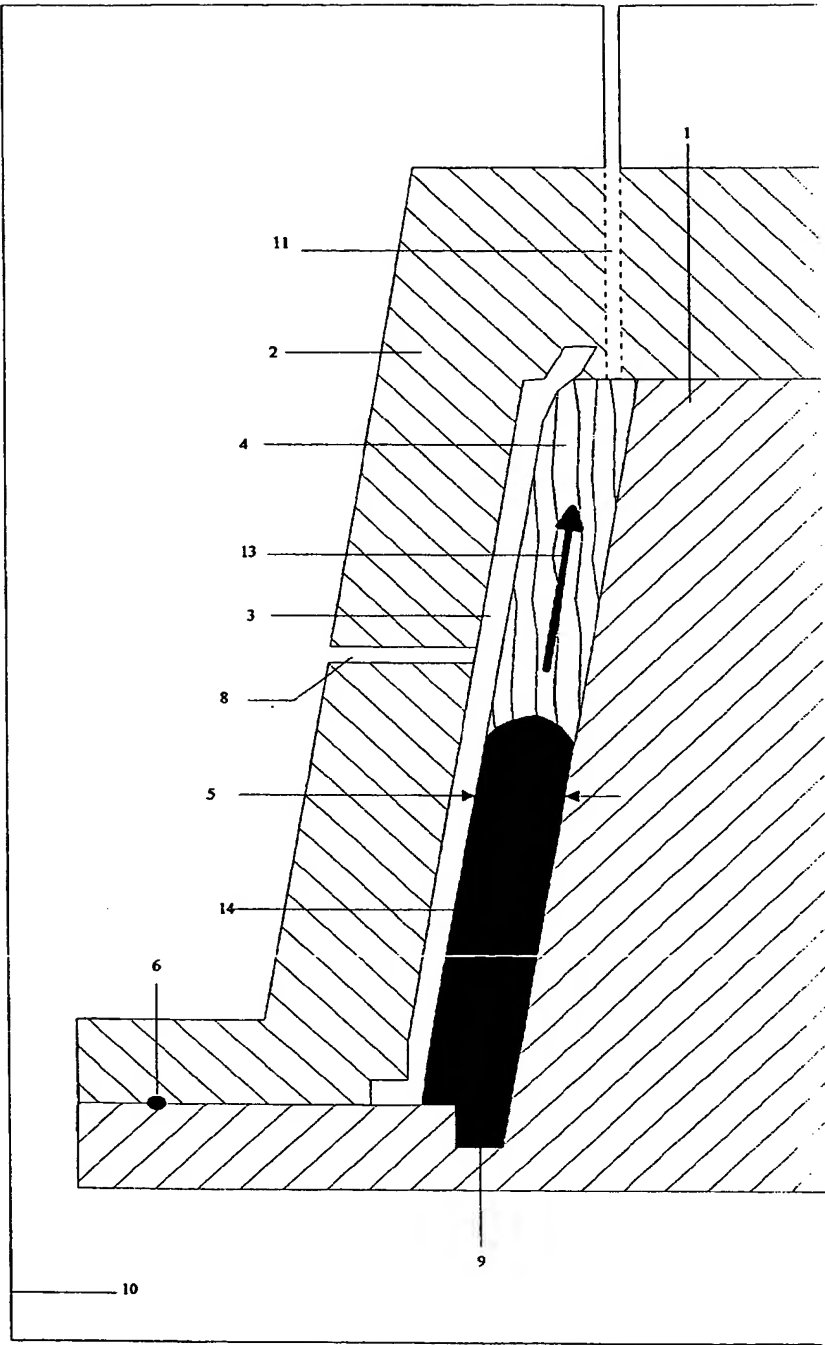


FIG.2

3/4

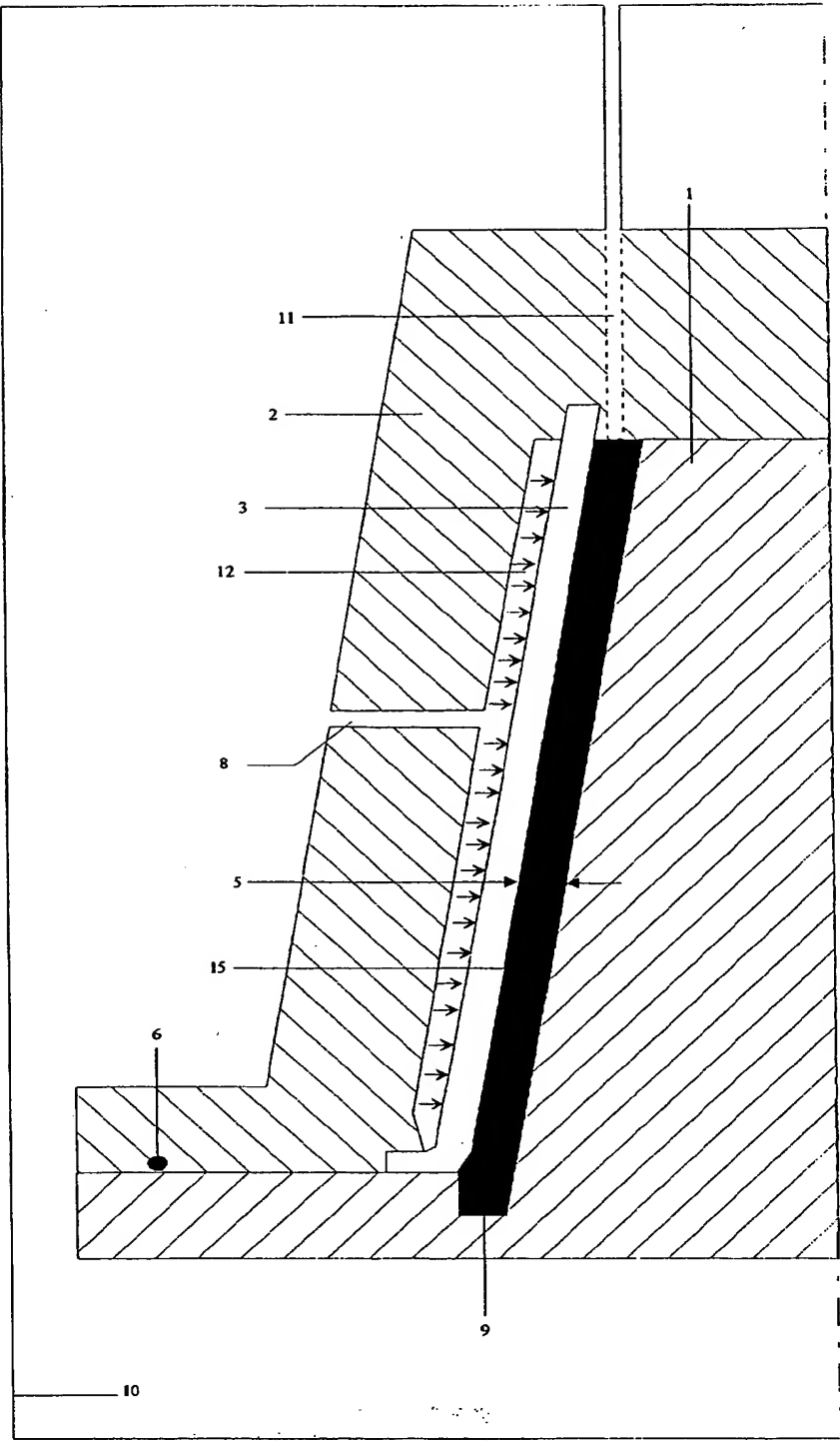


FIG.3

4/4

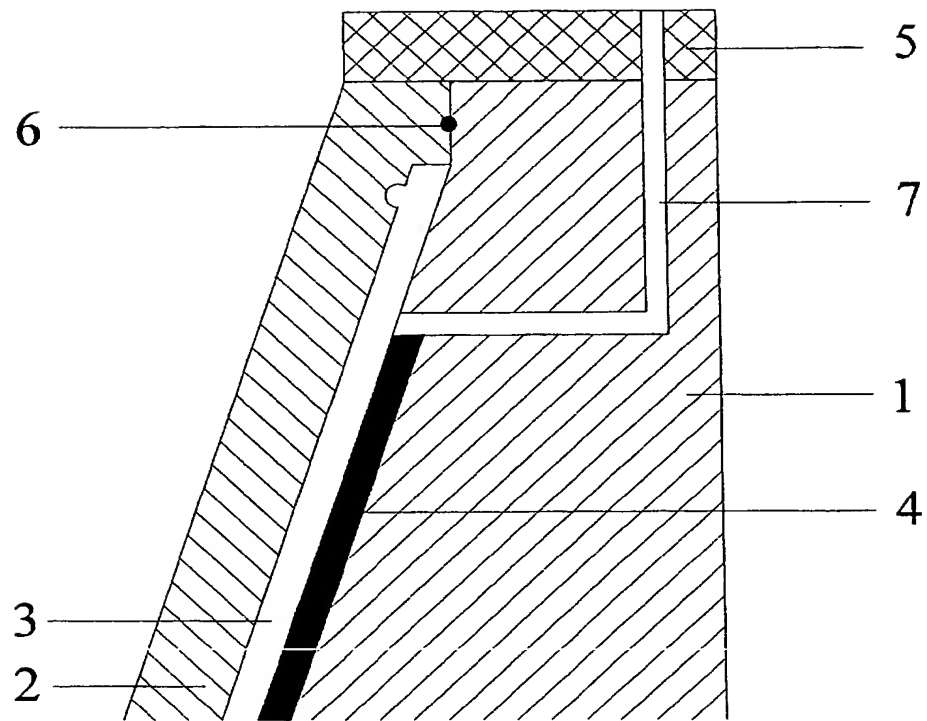


FIG.4



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 610975
FR 0110473

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	DE 199 26 896 A (VER FOERDERUNG INST KUNSTSTOFF) 14 décembre 2000 (2000-12-14) * colonne 2, ligne 17 - ligne 33; figures *	1-3, 6-8	B29C70/48
X	US 5 204 042 A (JACKSON JR AUBREY G ET AL) 20 avril 1993 (1993-04-20) * revendication 1; figures *	1	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 13, 5 février 2001 (2001-02-05) & JP 2000 289057 A (KATA SYSTEM:KK), 17 octobre 2000 (2000-10-17) * abrégé * & US 6 322 349 A	6-8	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			B29C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
29 avril 2002		Van Wallene, A	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

2

EPO FORM 1503 12/99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0110473 FA 610975**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 29-04-2002
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 19926896	A	14-12-2000	DE 19926896 A1	14-12-2000
US 5204042	A	20-04-1993	AUCUN	
JP 2000289057	A	17-10-2000	US 6322349 B1	27-11-2001